Development of a standard for light emitting diode (LED) signal lights designed to improve warning signals at grade crossings

This study is part of the **Highway-Railway Grade Crossing Research Program**, an undertaking sponsored by Transport Canada, major Canadian railways, and several provincial authorities. The program is part of Direction 2006, a cooperative initiative with the goal of halving grade crossing and railway trespassing incidents by 2006.

This study examined existing light emitting diode (LED) technology and produced a recommended standard for the use of LEDs to replace incandescent lights currently used as warning signals at highway-railway grade crossings. The proposed standard would result in safer, more effective signals that would be cheaper to install and maintain than those currently in use.

Background

Traffic stop lights and highway-railway grade crossing signals serve the same function in stopping traffic, but the technology behind each is very different. While both use incandescent lights, grade crossing signals are required to be able to run from a battery backup for a considerable length of time in case of a power outage. This means that to conserve power, railway lights use only 18 watt bulbs instead of the 150 watt bulbs used in traffic lights. To get sufficient light intensity, mirrors and lenses are used to create a focussed beam directed at the motorist. This requires not only a precise alignment of the light bulbs, but a substantial structure to hold them firmly in place.

LED technology is about three times as efficient in producing light from electricity than incandescent technology, and offers substantial advantages in both energy efficiency and light intensity. LEDs also last considerably longer than incandescent bulbs – at least one million hours, compared to an average of 5,000 hours for incandescent lights – and are impervious to shocks.

There are currently about 20,000 LED lights in use at grade crossings across the U.S. Transport Canada has restricted the use of LED signal lights in Canada until a suitable, justifiable standard could be developed.

Objectives

This study had the following objectives:

- Review current LED signal use and any evaluations that may have been completed
- Determine the requirements and concerns of Transport Canada, railways, and other stakeholders
- Evaluate the characteristics of LED signals with regard to luminous intensity and spread, life expectancy, human factors, technical limitations, etc., and compare them with those of incandescent light signals
- Develop a proposed standard based on the evaluation and the requirements of stakeholders
- Develop a plan for field testing an application of LED technology that promises to meet these requirements
- Conduct the field and laboratory tests
- Analyse the data and modify the standard on the basis of the analysis
- Complete the draft standard

Transportation Development Centre

800 René Lévesque Blvd. West
Suite 600
Montreal, Quebec
H3B 1X9

Tel: 514 283-0000
Fax: 514 283-7158
E-mail: tdccdt@tc.gc.ca

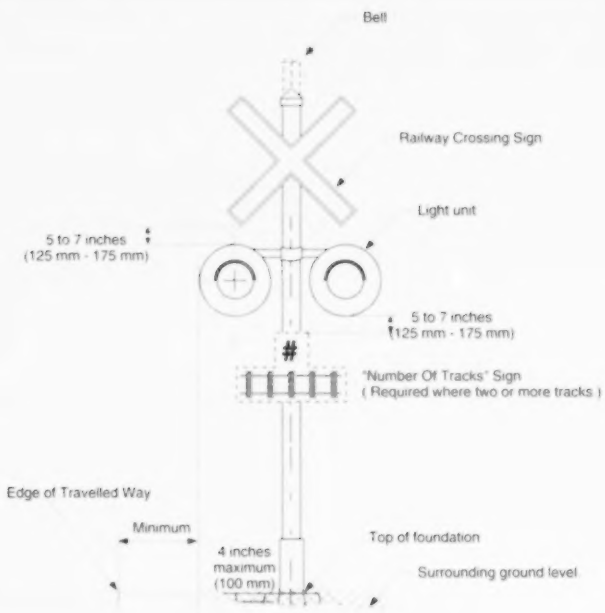
www.tc.gc.ca/tdc/menu.htm

Working for innovation in transportation

Transport Canada Transports Canada

Canada

Development of a standard for light emitting diode (LED) signal lights designed to improve



Drawing not to scale

Findings

To determine the standard that LED technology should be required to meet to be used in grade crossing signals, the researchers consulted widely with railway and regulatory authorities, industry, the scientific community, and traffic and signal light manufacturers. A steering committee with representatives of these stakeholders met throughout the project, and principles were established to guide the development of the new standard. The stakeholders agreed that the standard should:

- Consider driver requirements and human factors, not the capabilities of the technology
- Define a broad beam pattern so alignment is not critical and standard traffic light structures can be used
- Meet or exceed existing grade crossing signal requirements as expressed in the latest recommended specifications for incandescent lights
- Meet or exceed the most demanding high-speed, wide-angle traffic light specifications
- Apply to front, back and overhead lighting to avoid requiring different signal modules for each location
- Be measurable and quantifiable, so that it can be applied throughout the life of the signal
- Be confirmed with laboratory and field testing
- Be the same for 200 mm and 300 mm lights

The characteristics of the red light produced by LEDs were examined to determine how they might affect colour-blind individuals, drivers wearing sunglasses, ageing eyes, and eyes affected by sun glare or fog. LEDs were found to offer two inherent advantages over incandescent lights. They produce a pure red signal that is more conspicuous to the human eye than that produced by an incandescent bulb with a red filter. LEDs can be turned off and on instantly, which allows the number of flashes per minute to be increased dramatically, improving the range at which the flashing lights can be seen. Incandescent lights are limited to about 60 flashes per minute.

A review of driver considerations found that requirements at grade crossings were no different than at traffic intersections, and that there was no reason for standards for the two signalling systems to differ.

Concern that the proposed standard for LEDs would be too high to be met by current technology led to testing and review of several prototypes supplied by manufacturers. Four were selected for laboratory testing. Three met the standard with minor modifications to their power supplies and using lenses designed for traffic lights.

103-06226/

Three field tests conducted with three different focus groups found that LED signal lights with the required intensity easily exceeded the requirements for visible range. In addition, the field tests found the LEDs were superior to traditional incandescent lights.

Conclusion

The proposed standard brings railway signal lights into conformity with high-speed, wide-angle traffic light standards in North America and Europe. In addition, the recommended light beam pattern is sufficiently broad that a single LED module design can meet the performance requirements for overhead lights, lights to the side of the road, and "back" lights on the far side of the tracks, which eliminates the need for different designs for each placement. The broad beam also significantly reduces the need for checking signal alignment and allows traffic light structures to be used to mount the signal housings, which will result in cheaper and safer operations.

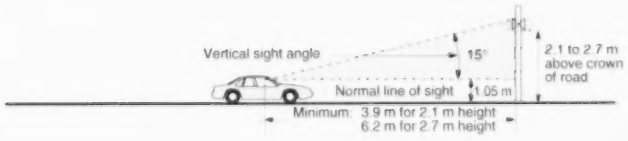
Recommendations

The project reviewed the standards for both railway crossings and highways, human factors, driver requirements, the scientific literature, and stakeholder comments, and produced a recommended photometric standard for railway grade crossing signal lights, and recommended specifications for environmental, electrical, physical, and mechanical performance.

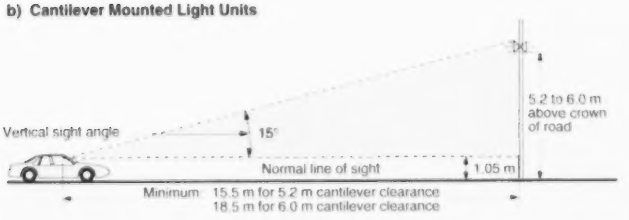
The key photometric specifications developed in this study are intended to be published in Transport Canada's RTD 10, Road/Railway Grade Crossings, as a national standard. The requirements are intended to remain consistent for many years; once published, they will be difficult to modify or update.

For technical requirements that may change with the advance of technology, the researchers made specific recommendations for amendments to the American Railway Engineering and Maintenance-of-way Association (AREMA) manuals. These proposed changes include technical specifications for mechanical vibration and shock, voltage surge protection, and electromagnetic interference. The researchers also developed a purchase specification to provide further guidance to purchasers, in the event that the AREMA manuals are not updated.

a) Mast Mounted Light Units

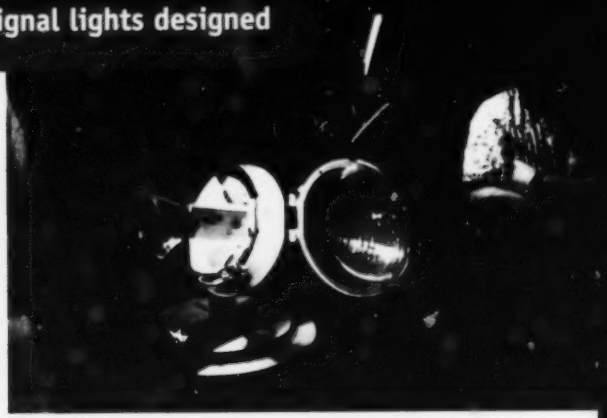


b) Cantilever Mounted Light Units



Drawing not to scale

Development of a standard for light emitting diode (LED) signal lights designed to improve warning signals at grade crossings



TDC Contact
Sesto Vespa
Transportation Development Centre
Tel.: 514 283-0059
E-mail: vespas@tc.gc.ca

Contractor
Carmanah Technologies Inc.
Victoria, British Columbia

Contract Duration
January 2001 – November 2002

Report
LED technology for improved conspicuity of signal lights at highway-railway grade crossings, Carmanah Technologies Inc., TP 14043E

Report availability
This report is available in downloadable PDF format on TDC's Web site at
http://www.tc.gc.ca/tdc/publication/pdf/14000/14043e.pdf

Print copies may be ordered on-line at
http://www.tc.gc.ca/tdc/publication/listing.htm
or call 514 283-0000

© Minister of Public Works and Government Services Canada 2002

Catalogue No.: T48-36/2003
ISBN: 0-662-67071-X
TP 14030

July 2003

The project information presented here is taken from the report. It reflects the views of the author and not necessarily those of Transport Canada or the other Highway-Railway Grade Crossing Research Program sponsors.

DIRECTION

Élaboration d'une norme pour les feux de signalisation à diodes électroluminescentes (DEL) destinés à améliorer la signalisation aux passages à niveau

Cette étude fait partie du **Programme de recherche sur les passages à niveau** parrainé par Transports Canada, les grandes sociétés ferroviaires canadiennes et plusieurs provinces. Ce programme constitue un des volets de Direction 2006, un projet coopératif dont le but est de diminuer de moitié le nombre de collisions aux passages à niveau et d'intrusions sur les emprises ferroviaires d'ici 2006.

Cette étude, qui portait sur la technologie des diodes électroluminescentes (DEL) existante, a mené à une norme recommandée en vue de l'utilisation de feux à DEL en remplacement des feux à incandescence actuellement utilisés aux passages à niveau. Cette norme permettrait d'avoir des feux de signalisation plus sécuritaires et plus efficaces, et moins chers à installer et à entretenir que ceux actuellement utilisés.

Contexte

Les feux de circulation routière et les feux de signalisation des passages à niveau ont la même fonction, c'est-à-dire arrêter la circulation, mais la technologie qui sous-tend chaque système est très différente. Bien que les deux systèmes utilisent un éclairage à incandescence, les feux des passages à niveau doivent être en mesure de fonctionner au moyen d'une batterie, et ce, pendant de grandes périodes, lors de pannes d'électricité. Pour économiser de l'énergie, les feux des passages à niveau utilisent donc des ampoules de 18 W, contrairement aux feux de circulation, qui eux utilisent des ampoules de 150 W. Pour assurer une luminosité suffisante, des miroirs et des lentilles sont utilisés pour créer un faisceau lumineux concentré dirigé vers les conducteurs. Cela nécessite non seulement un alignement précis des ampoules, mais également une importante structure pour les maintenir solidement en place.

La technologie DEL offre un rendement lumineux environ trois fois supérieur à celui de la technologie à incandescence, pour le même apport d'énergie. Elle offre donc des avantages considérables, tant en matière d'efficacité énergétique que d'intensité lumineuse. Les feux à DEL ont également une plus grande durée de vie que les feux à ampoules incandescentes. Ils peuvent fonctionner pendant au moins un million d'heures, comparativement à une moyenne de 5 000 heures pour les ampoules à incandescence, et ils sont résistants aux chocs.

Actuellement, on dénombre environ 20 000 feux à DEL aux passages à niveau situés sur le territoire américain. Transports Canada a interdit l'utilisation des feux de signalisation à DEL au Canada jusqu'à ce qu'une norme valable soit élaborée.

Objectifs

L'étude visait les objectifs suivants :

- étudier l'utilisation actuelle des feux à DEL ainsi que toute évaluation qui aurait pu en être faite;
- déterminer les besoins et les préoccupations de Transports Canada, des compagnies de chemins de fer canadiennes et des autres intervenants;
- comparer les signaux à DEL et les feux à incandescence en regard de l'intensité lumineuse, de la répartition de la lumière, de la durée de vie, des facteurs humains, des contraintes techniques, etc.;
- élaborer un projet de norme en fonction des éléments et de l'évaluation ci-dessus et des besoins des parties intéressées;
- mettre sur pied un plan d'essai en service réel d'une technologie DEL qui pourrait satisfaire ces exigences;
- réaliser des essais en service réel et en laboratoire;
- analyser les données et modifier la norme en fonction des résultats de l'analyse;
- rédiger l'ébauche finale de la norme.

Centre de développement des transports

800, boul. René-Lévesque Ouest
Bureau 600
Montréal (Québec)
H3B 1X9

Téléphone : 514 283-0000
Télécopieur : 514 283-7158
Courriel : tdccdt@tc.gc.ca

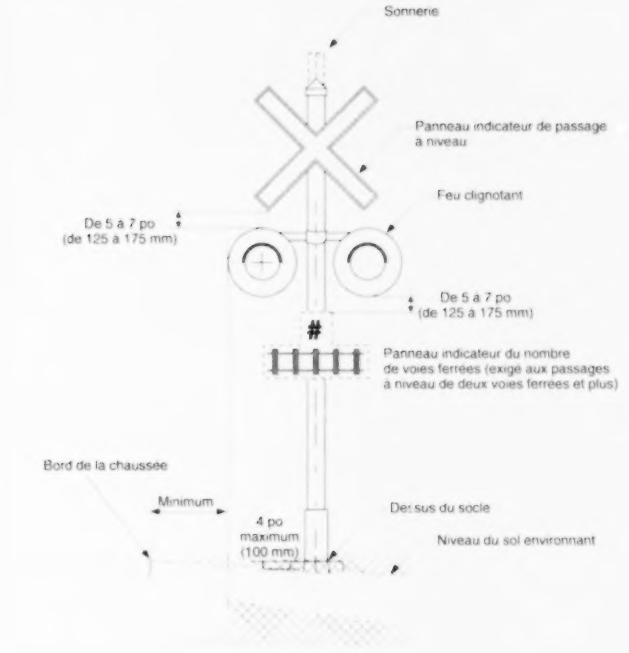
www.tc.gc.ca/cdt/menu.htm

au service de l'innovation en transports

Transports Canada Transport Canada

Canada

Élaboration d'une norme pour les feux de signalisation à diodes électroluminescentes (DEL)



L'illustration n'est pas à l'échelle.

Résultats

Afin de déterminer les normes que doit satisfaire la technologie DEL pour qu'elle puisse être utilisée dans les systèmes de signalisation aux passages à niveau, les chercheurs ont tenu de vastes consultations avec des compagnies de chemins de fer, des organismes de réglementation, l'industrie, le milieu scientifique et des fabricants de feux de signalisation routière et ferroviaire. Un comité directeur composé de représentants de ces intervenants s'est réuni plusieurs fois pendant le projet pour établir des principes devant orienter l'élaboration de la nouvelle norme. Les intervenants ont convenu que la norme devrait :

- s'attarder aux besoins des conducteurs et aux facteurs humains, et non aux capacités technologiques;
- prescrire l'utilisation d'un large faisceau lumineux de sorte qu'il ne soit pas essentiel d'aligner les feux et qu'ils puissent être installés sur les infrastructures des feux de circulation actuelles;
- énoncer des exigences au moins aussi sévères que celles qui visent présentement la signalisation aux passages à niveau, et qui sont contenues dans les dernières spécifications recommandées pour les feux à incandescence;
- être au moins aussi rigoureuse que la norme la plus sévère touchant les feux de circulation à grand angle pour les trains à grande vitesse;
- s'appliquer aux feux avant, arrière ou en porte-à-faux afin d'éviter d'utiliser différents modules de signalisation selon l'emplacement;
- être mesurable et quantifiable, de façon à ce qu'elle soit appliquée pendant la durée de vie totale du feu de signalisation;
- être confirmée par des essais en laboratoire et en service réel;
- s'appliquer aussi bien aux feux de 200 mm que de 300 mm.

Des spécialistes ont étudié les caractéristiques de la lumière rouge produite par les DEL dans le but de déterminer comment elle serait perçue par les personnes daltoniennes, les conducteurs portant des verres fumés, les personnes âgées ou les personnes dont la vision est réduite en raison du brouillard ou d'un éblouissement causé par le soleil. On a découvert deux avantages inhérents aux feux à DEL, par rapport aux sources lumineuses à incandescence. Ils produisent un signal rouge pur qui est plus perceptible par l'œil humain que celui des ampoules à incandescence équipées d'un filtre rouge. Les feux à DEL peuvent être allumés et éteints instantanément, ce qui permet d'accroître de façon considérable le nombre de clignotements par minute, améliorant de ce fait la distance à laquelle les feux clignotants peuvent être perçus. Les ampoules à incandescence, pour leur part, sont limitées à environ 60 clignotements par minute.

L'étude des considérations touchant les conducteurs a permis de constater que les exigences concernant les passages à niveau étaient les mêmes que pour les intersections, et qu'il n'y avait aucune raison pour que les normes des deux systèmes de signalisation diffèrent.

Pour dissiper les craintes que le projet de norme sur les DEL soit trop rigoureux pour la technologie actuelle, plusieurs prototypes fournis par les fabricants ont été étudiés et testés. Quatre de ces prototypes ont été choisis pour la réalisation d'essais en laboratoire. Trois d'entre eux respectaient la norme, moyennant des modifications mineures à leur système d'alimentation. À noter qu'ils étaient équipés de lentilles conçues pour les feux de circulation.

Trois essais en service réel, réalisés avec trois groupes, ont permis de conclure que les feux de signalisation à DEL, à l'intensité requise, dépassaient largement les exigences en matière de perceptibilité. De plus, les essais en service réel ont démontré que les DEL étaient plus performants que les feux à incandescence traditionnels.

Conclusion

Selon la norme proposée, les feux de signalisation des passages à niveau seraient maintenant conformes aux normes européennes et nord-américaines qui régissent les feux de signalisation à grand angle pour les trains à grande vitesse. De plus, grâce au large faisceau lumineux recommandé, il est possible d'utiliser un seul module de signalisation satisfaisant aux exigences de performance pour les feux en porte-à faux, les feux installés en bordure de la route et les feux arrière installés à droite, de l'autre côté de la voie ferrée, ce qui élimine le besoin de concevoir des modules différents en fonction de l'emplacement. Également, le faisceau large réduit considérablement la nécessité de vérifier l'alignement des signaux et permet d'installer les feux à DEL sur l'infrastructure actuelle des feux de circulation, permettant du même coup une exploitation plus sûre et plus économique.

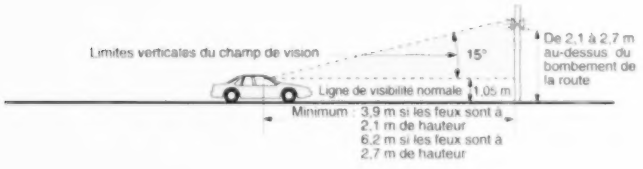
Recommandations

Le projet a consisté à examiner les normes régissant les feux pour les passages à niveau et la circulation routière, à analyser les facteurs humains, les besoins des conducteurs et la documentation scientifique et à recueillir les commentaires des intervenants. Il a également donné lieu à la recommandation d'une norme photométrique pour la signalisation lumineuse aux passages à niveau ainsi qu'à des recommandations visant les spécifications en matière de performance environnementale, électrique, physique et mécanique.

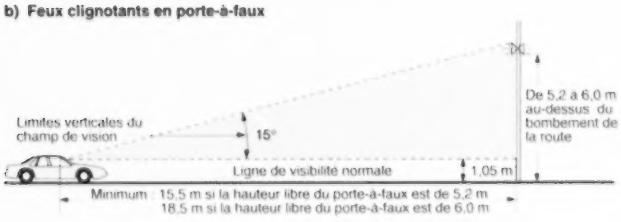
Les principales spécifications photométriques élaborées dans le cadre de cette étude seront publiées dans le document RTD 10 sur les passages à niveau de Transports Canada, à titre de norme nationale. Ces exigences devraient rester inchangées pendant de nombreuses années puisqu'une fois publiées, il sera difficile de les modifier ou de les mettre à jour.

En ce qui concerne les exigences techniques qui pourraient changer avec l'avancement de la technologie, les chercheurs ont fait des recommandations précises visant la modification des manuels de l'AREMA (American Railway Engineering and Maintenance-of-way Association). Les modifications qui ont été proposées comprennent notamment les spécifications techniques concernant les chocs et les vibrations mécaniques ainsi que la protection contre les surtensions et l'interférence électromagnétique. Les chercheurs ont également mis au point une norme d'achat pour guider les acheteurs, au cas où les manuels de l'AREMA ne seraient pas mis à jour.

a) Feux clignotants montés sur un mât



b) Feux clignotants en porte-à-faux



L'illustration n'est pas à l'échelle.

Trois essais en service réel, réalisés avec trois groupes, ont permis de conclure que les feux de signalisation à DEL, à l'intensité requise, dépassaient largement les exigences en matière de perceptibilité. De plus, les essais en service réel ont démontré que les DEL étaient plus performants que les feux à incandescence traditionnels.

Conclusion

Selon la norme proposée, les feux de signalisation des passages à niveau seraient maintenant conformes aux normes européennes et nord-américaines qui régissent les feux de signalisation à grand angle pour les trains à grande vitesse. De plus, grâce au large faisceau lumineux recommandé, il est possible d'utiliser un seul module de signalisation satisfaisant aux exigences de performance pour les feux en porte-à faux, les feux installés en bordure de la route et les feux arrière installés à droite, de l'autre côté de la voie ferrée, ce qui élimine le besoin de concevoir des modules différents en fonction de l'emplacement. Également, le faisceau large réduit considérablement la nécessité de vérifier l'alignement des signaux et permet d'installer les feux à DEL sur l'infrastructure actuelle des feux de circulation, permettant du même coup une exploitation plus sûre et plus économique.

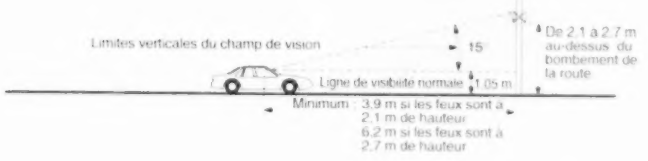
Recommandations

Le projet a consisté à examiner les normes régissant les feux pour les passages à niveau et la circulation routière, à analyser les facteurs humains, les besoins des conducteurs et la documentation scientifique et à recueillir les commentaires des intervenants. Il a également donné lieu à la recommandation d'une norme photométrique pour la signalisation lumineuse aux passages à niveau ainsi qu'à des recommandations visant les spécifications en matière de performance environnementale, électrique, physique et mécanique.

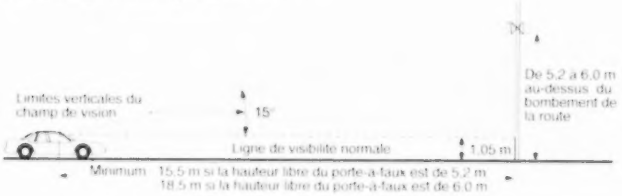
Les principales spécifications photométriques élaborées dans le cadre de cette étude seront publiées dans le document RTD 10 sur les passages à niveau de Transports Canada, à titre de norme nationale. Ces exigences devraient rester inchangées pendant de nombreuses années puisqu'une fois publiées, il sera difficile de les modifier ou de les mettre à jour.

En ce qui concerne les exigences techniques qui pourraient changer avec l'avancement de la technologie, les chercheurs ont fait des recommandations précises visant la modification des manuels de l'AREMA (American Railway Engineering and Maintenance-of-way Association). Les modifications qui ont été proposées comprennent notamment les spécifications techniques concernant les chocs et les vibrations mécaniques ainsi que la protection contre les surtensions et l'interférence électromagnétique. Les chercheurs ont également mis au point une norme d'achat pour guider les acheteurs, au cas où les manuels de l'AREMA ne seraient pas mis à jour.

a) Feux clignotants montés sur un mât



b) Feux clignotants en porte-à-faux



L'illustration n'est pas à l'échelle.

Élaboration d'une norme pour les feux de signalisation à diodes électro-luminescentes (DEL) destinés à améliorer la signalisation aux passages à niveau

Personne-ressource au CDT :
Sesto Vespa
Centre de développement des transports
Téléphone : 514 283-0059
Courriel : vespas@tc.gc.ca

Contractant :
Carmanah Technologies Inc.
Victoria, Colombie-Britannique

Durée du contrat :
janvier 2001 à novembre 2002

Rapport :
Utilisation de la technologie DEL pour améliorer la perceptibilité des feux de signalisation aux passages à niveau, Carmanah Technologies Inc., TP 14043F

Disponibilité du rapport :
Le rapport peut être téléchargé en format PDF depuis le site Web du CDT à :
http://www.tc.gc.ca/cdt/publication/pdf/14000/14043f.pdf

Le rapport imprimé peut être commandé en ligne à :
http://www.tc.gc.ca/cdt/publication/liste.htm
ou par téléphone, au 514 283-0000

© Ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux Canada 2002
N° de catalogue : T48-36/2003
ISBN : 0-662-67071-X
TP 14030

Juillet 2003

Ce résumé est tiré du rapport. Les opinions et les vues qui y sont exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de Transports Canada ou des parrains du Programme de recherche sur les passages à niveau.

DIRECTION